



등록특허 10-2378671



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년03월24일  
(11) 등록번호 10-2378671  
(24) 등록일자 2022년03월22일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*C23C 14/04* (2006.01) *C23C 14/12* (2006.01)  
*C23C 14/24* (2006.01) *C23C 14/50* (2006.01)  
*C23C 14/54* (2018.01) *H01L 51/00* (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
*C23C 14/042* (2013.01)  
*C23C 14/12* (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2018-7037179
- (22) 출원일자(국제) 2017년05월24일  
심사청구일자 2020년04월28일
- (85) 번역문제출일자 2018년12월20일
- (65) 공개번호 10-2019-0026677
- (43) 공개일자 2019년03월13일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2017/034203
- (87) 국제공개번호 WO 2017/205479  
국제공개일자 2017년11월30일

(30) 우선권주장  
62/340,793 2016년05월24일 미국(US)  
15/602,939 2017년05월23일 미국(US)

## (56) 선행기술조사문헌

JP2004119064 A\*

(뒷면에 계속)

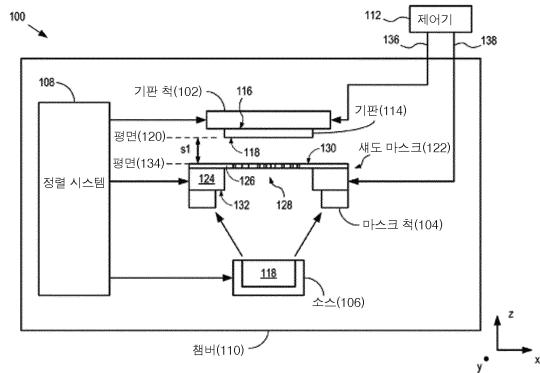
전체 청구항 수 : 총 28 항

심사관 : 최종운

## (54) 발명의 명칭 새도 마스크 증착 시스템 및 그 방법

**(57) 요약**

기판 상에 고해상도의 재료 패턴을 형성할 수 있는 직접 증착 시스템이 개시된다. 증발 소스로부터 증발된 원자는 새도 마스크의 관통 홀의 패턴을 통과하여 원하는 패턴으로 기판 상에 증착된다. 새도 마스크는 새도 마스크 와 기판이 10 미크론 미만일 수 있는 거리로 이격될 수 있게 하는 마스크 척 내에 유지된다. 결과적으로, 새도 마스크를 통과하는 증발된 원자는 그의 애퍼처를 관통한 후 측방 확산(즉, 페더링(feathering))을 거의 또는 전혀 보이지 않으며, 재료는 새도 마스크의 애퍼처 패턴과의 매우 높은 충실도를 갖는 패턴으로 기판 상에 증착된다.

**대 표 도**

(52) CPC특허분류

*C23C 14/24* (2013.01)

*C23C 14/50* (2013.01)

*C23C 14/54* (2018.01)

*H01L 51/0011* (2013.01)

(72) 발명자

**무니사미 아나단**

미국 78749 텍사스주 오스틴 테라스드라이브 힐사  
이드 6402

**에반 도노규**

미국 12533 뉴욕주, 호프웰 교차로, 334빌딩, 52로  
2070

**일야스 아이 케이를린**

미국 12533 뉴욕주, 호프웰 교차로, 334빌딩, 52로  
2070

**타리크 알리**

미국 12533 뉴욕주, 호프웰 교차로, 334빌딩, 52로  
2070

**케리 타이스**

미국 12533 뉴욕주, 호프웰 교차로, 334빌딩, 52로  
2070

---

(56) 선행기술조사문현

JP2004183044 A\*

JP2005339858 A\*

KR1020140074614 A

JP2010270396 A

WO2015186796 A1

\*는 심사관에 의하여 인용된 문현

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

섀도 마스크의 관통 홀의 배열을 통해 기판의 제 1 영역 상에 재료의 패턴을 증착하는 시스템으로서, 상기 섀도 마스크는 (i) 중앙 개구를 가지며, 균일한 제 1 두께를 갖는 핸들 기판, (ii) 상기 중앙 개구 위에 걸려있으며, 제 1 배열로 배열되는 복수의 관통 홀을 갖는 멤브레인을 포함하며,

상기 시스템은:

상기 기판을 유지하기 위한 제 1 척 - 상기 제 1 척은 제 1 인력을 상기 기판 상에 선택적으로 부여하도록 크기화 및 배열됨 - 과;

상기 섀도 마스크를 유지하기 위한 제 2 척 - 상기 제 2 척은 상기 재료가 상기 제 2 척을 통해 상기 관통 홀을 통과할 수 있게 하는 제 1 개구를 둘러싸는 프레임을 포함하며, 상기 제 2 척은 제 2 인력을 상기 핸들 기판 상에 선택적으로 부여하도록 크기화 및 배열됨 - 과;

복수의 상부면들을 가지는 복수의 지지 리브를 포함하며, 상기 복수의 상부면들이 동일한 평면을 이루는 지지 그리드;

상기 제 1 척과 상기 제 2 척의 상대적 위치를 제어하여, 상기 섀도 마스크와 상기 기판을 정렬시키는 정렬 시스템;을 포함하며,

상기 지지 그리드는 상기 제 1 개구에 위치하고, 상기 지지 리브들은 상기 중앙 개구를 통해 상기 제 1 두께와 동일한 거리만큼 제 2 평면 위로 돌출되어, 상기 섀도 마스크가 상기 제 2 척에 유지될 때 상기 복수의 상부면들이 상기 멤브레인과 접촉하는

시스템.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 척, 상기 제 2 척, 및 상기 정렬 시스템은 집합적으로 상기 기판과 상기 섀도 마스크 간의 이격 거리가 25 미크론 이하가 되게 상기 기판과 상기 섀도 마스크의 정렬을 가능하게 하는

시스템.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 척, 상기 제 2 척, 및 상기 정렬 시스템은 집합적으로 상기 기판과 상기 섀도 마스크 간의 이격 거리가 20 미크론 이하가 되게 상기 기판과 상기 섀도 마스크의 정렬을 가능하게 하는

시스템.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 척, 상기 제 2 척, 및 상기 정렬 시스템은 집합적으로 상기 기판과 상기 섀도 마스크 간의 이격 거리가 10 미크론 이하가 되게 상기 기판과 상기 섀도 마스크의 정렬을 가능하게 하는

시스템.

#### 청구항 5

제 2 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 척, 상기 제 2 척, 및 상기 정렬 시스템은 집합적으로 상기 기판과 상기 새도 마스크 간의 이격 거리가 0 미크론 보다 크게 되게 상기 기판과 상기 새도 마스크의 정렬을 가능하게 하는 시스템.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 척, 상기 제 2 척, 및 상기 정렬 시스템은 집합적으로 상기 기판과 상기 새도 마스크 간의 이격 거리가 2 미크론 내지 5 미크론의 범위 내에 있도록 상기 기판과 상기 새도 마스크의 정렬을 가능하게 하는 시스템.

#### 청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 인력은 정전기력인 시스템.

#### 청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 인력은 진공에서 생성된 힘 및 자기력으로 구성된 그룹으로부터 선택되는 시스템.

#### 청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 프레임은 상기 제 1 개구에 가까운 제 1 에지와 상기 제 1 개구에 대해 면 쪽인 제 2 에지 간에 연장되는 탑재면을 정의하는 단면을 가지며, 상기 탑재면은 상기 새도 마스크가 상기 제 2 척에 유지될 때 상기 핸들 기판과 접촉하며, 상기 탑재면과 상기 제 1 에지는 제 1 평면의 지점에서 만나고, 상기 탑재면과 상기 제 2 에지는 제 2 평면의 지점에서 만나며, 상기 제 1 평면은 상기 새도 마스크와 상기 기판이 정렬될 때 상기 제 2 평면 보다 상기 기판에 더 인접한 시스템.

#### 청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 탑재면은 비선형인 시스템.

#### 청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 인력 및 상기 제 2 인력의 각각은 정전기력인 시스템.

#### 청구항 12

새도 마스크의 관통 홀의 배열을 통해 기판의 제 1 영역 상에 재료의 패턴을 증착하는 시스템으로서,

상기 새도 마스크는 (i) 중앙 개구를 가지며, 균일한 제 1 두께를 갖는 핸들 기판, (ii) 제 1 배열로 배열되는 복수의 관통 홀을 갖는 맴브레인을 포함하며,

상기 기판은 제 1 주 표면, 및 제 1 측방 범위를 갖는 제 2 주 표면을 포함하며, 상기 제 2 주 표면은 상기 제 1 영역을 포함하고, 상기 새도 마스크는 제 3 주 표면, 및 상기 관통 홀을 포함하는 제 4 주 표면을 포함하며,

상기 시스템은:

상기 기판을 유지하기 위한 제 1 척;

상기 새도 마스크를 유지하기 위한 제 2 척 - 상기 제 2 척은 상기 재료가 상기 제 2 척을 통해 상기 관통 홀을 통과할 수 있게 하는 제 1 개구를 둘러싸는 프레임을 포함함 - ;과

복수의 상부면들을 가지는 복수의 지지 리브를 포함하며, 상기 복수의 상부면들이 동일한 평면을 이루는 지지 그리드;를 포함하며,

상기 새도 마스크와 상기 기판이 정렬될 때, 상기 새도 마스크 및 상기 기판은 집합적으로 제 2 영역을 정의하며, 상기 제 2 영역은 (1) 상기 제 1 측방 범위와 동일하거나 더 큰 제 2 측방 범위를 가지며, (2) 상기 기판과 상기 새도 마스크 간의 이격 거리와 동일한 두께를 가지며, (3) 상기 제 1 척과 상기 제 2 척을 배제하며;

상기 지지 그리드는 상기 제 1 개구에 위치하고, 상기 지지 리브들은 상기 중앙 개구를 통해 상기 제 1 두께와 동일한 거리만큼 제 2 평면 위로 돌출되어, 상기 새도 마스크가 상기 제 2 척에 유지될 때 상기 복수의 상부면들이 상기 멤브레인과 접촉하며,

상기 제 1 척 및 제 2 척은 상기 두께가 25 미크론 미만이 되도록 크기화 및 배열되는 시스템.

### 청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 제 1 척 및 제 2 척은 상기 두께가 20 미크론 미만이 되도록 크기화 및 배열되는 시스템.

### 청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 제 1 척 및 제 2 척은 상기 두께가 10 미크론 미만이 되도록 크기화 및 배열되는 시스템.

### 청구항 15

제 12 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제 1 척 및 제 2 척은 상기 두께가 0 미크론을 초과하도록 크기화 및 배열되는 시스템.

### 청구항 16

제 12 항에 있어서,

상기 제 1 척 및 제 2 척은 상기 두께가 0 미크론보다 크고 10 미크론 이하가 되도록 크기화 및 배열되는 시스템.

### 청구항 17

제 12 항에 있어서,

상기 제 2 척은 제 2 새도 마스크가 상기 제 2 척에서 유지될 때 상기 새도 마스크의 중력에 의해 유발된 쳐짐을 완화시키도록 크기화 및 배열되는 시스템.

## 청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 제 2 척은 상기 제 4 주 표면에 인장 응력을 유도함으로써 상기 새도 마스크의 중력에 의해 유발된 쳐짐을 완화시키도록 크기화 및 배열되는

시스템.

## 청구항 19

제 17 항에 있어서,

상기 제 2 척은 상기 새도 마스크의 곡률을 생성하도록 크기화 및 배열되는

시스템.

## 청구항 20

제 17 항에 있어서,

상기 제 2 척은 상기 제 1 개구 내에 위치하는 지지 그리드를 포함하고, 상기 지지 그리드는 상기 새도 마스크를 물리적으로 지지하도록 크기화 및 배열되는

시스템.

## 청구항 21

새도 마스크의 관통 홀의 배열을 통해 기판의 제 1 영역 상에 재료의 패턴을 증착하는 방법으로서,

상기 새도 마스크는 (i) 중앙 개구를 가지며, 균일한 제 1 두께를 갖는 핸들 기판, (ii) 제 1 배열로 배열되는 복수의 관통 홀을 갖는 맴브레인을 포함하며,

상기 기판은 제 1 주 표면, 및 제 1 측방 범위를 갖는 제 2 주 표면을 포함하며, 상기 제 2 주 표면은 상기 제 1 영역을 포함하고, 상기 새도 마스크는 제 3 주 표면, 및 상기 관통 홀을 포함하는 제 4 주 표면을 포함하며,

상기 방법은:

제 1 인력을 상기 제 1 주 표면 상에 선택적으로 부여하는 제 1 척 내에 상기 기판을 유지시키는 것과;

제 2 인력을 상기 제 3 주 표면 상에 선택적으로 부여하는 제 2 척 내에 상기 새도 마스크를 유지시키는 것 - 상기 제 2 척은 상기 재료를 포함하는 입자가 제 1 개구를 통해 상기 관통 홀을 통과할 수 있게 함 - 과;

상기 제 1 개구에 지지 그리드를 위치시키는 것 - 상기 지지 그리드는 복수의 상부면들을 가지는 복수의 지지 리브를 포함하며, 상기 복수의 상부면들이 동일한 평면을 이루며, 상기 지지 그리드는 상기 맴브레인과 접촉하도록 상기 지지 리브들이 상기 중앙 개구를 통해 상기 제 1 두께와 동일한 거리만큼 제 2 평면 위로 돌출되도록 위치함. -;

상기 제 2 주 표면과 상기 제 4 주 표면이 25 미크론 이하의 거리 만큼 이격되도록 상기 기판과 상기 새도 마스크를 정렬시키는 것과;

상기 재료를 포함하는 입자의 흐름을 상기 제 2 척과 상기 새도 마스크를 통과시키는 것을 포함하는 방법.

## 청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 기판과 상기 새도 마스크는 상기 제 2 주 표면과 상기 제 4 주 표면이 20 미크론 이하의 거리만큼 이격되도록 정렬되는

방법.

### 청구항 23

제 21 항에 있어서,

상기 기판과 상기 새도 마스크는 상기 제 2 주 표면과 상기 제 4 주 표면이 10 미크론 이하의 거리만큼 이격되도록 정렬되는

방법.

### 청구항 24

제 21 항 내지 제 23 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기판과 상기 새도 마스크는 상기 제 2 주 표면과 상기 제 4 주 표면이 0 미크론보다 큰 거리만큼 이격되도록 정렬되는

방법.

### 청구항 25

제 21 항에 있어서,

상기 기판과 상기 새도 마스크는 상기 제 2 주 표면과 상기 제 4 주 표면이 0 미크론 보다 크고 10 미크론 이하의 거리만큼 이격되도록 정렬되는

방법.

### 청구항 26

제 21 항에 있어서,

상기 기판과 상기 새도 마스크는 상기 제 2 주 표면과 상기 제 4 주 표면이 2 미크론 내지 5 미크론의 범위 내의 거리만큼 이격되도록 정렬되는

방법.

### 청구항 27

제 21 항에 있어서,

상기 제 4 주 표면에 인장 변형을 유도함으로써 상기 맴브레인의 중력에 의해 유발된 쳐짐을 완화하는 것을 더 포함하는

방법.

### 청구항 28

제 27 항에 있어서,

상기 인장 변형은 상기 새도 마스크의 곡률을 생성함으로써 상기 제 4 주 표면에 유도되는

방법.

### 청구항 29

삭제

### 청구항 30

삭제

### 청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

청구항 44

삭제

청구항 45

삭제

청구항 46

삭제

### 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 출원은 2016년 5월 24일에 출원된 미국 가특허 출원 제62/340,793호(대리인 관리번호: 6494-208PR1)의 우선권을 주장하며, 이는 본원에 참고로 포함된다.

[0002] 본 발명은 일반적으로 박막 증착에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 박막 증착 장비에 관한 것이다.

## 배경 기술

[0003] 새도 마스크 기반의 증착(shadow-mask-based deposition)은 기판의 표면 상에 재료의 층을 증착하는 공정으로서, 그 층의 원하는 패턴이 자체 증착 공정 동안 정의된다. 이것은 증착 기법이며 종종 "직접 패터닝"이라고 지칭된다.

[0004] 통상적인 새도 마스크 증착 공정에서, 원하는 재료는 기판으로부터 일정 거리에 위치된 소스에서 증발되며, 기판과 소스 사이에는 새도 마스크가 위치하게 된다. 재료의 증발된 원자가 기판을 향해 이동하기 때문에, 이들 원자는 기판 표면 바로 앞에 위치하거나 기판 표면에 접촉하여 위치하는 새도 마스크의 관통 홀의 세트를 통과한다. 관통 홀(즉, 애퍼처)은 기판 상의 재료에 대해 원하는 패턴으로 배열된다. 결과적으로, 새도 마스크는, 관통 홀을 통과하여 원하는 패턴으로 기판 표면 상에 증착되는 원자를 제외한 모든 증발된 원자의 통과를 차단한다. 새도 마스크 기반 증착은 의류 제품 상에 패턴(예를 들어, 균일한 숫자 등)을 형성하는 데 사용되는 실크 스크리닝(silk-screening) 기술 또는 예술 작품 개발에 사용된 스텐실링(stenciling) 기술과 유사하다.

[0005] 새도 마스크 기반의 증착은 집적 회로(IC) 산업에서 수년 동안 기판 상에 재료의 패턴을 증착하는 데 사용되었는데, 그 이유는 부분적으로 새도 마스크 기반의 증착은, 재료 층을 증착한 후, 그 재료 층을 패터닝할 필요가 없기 때문이다. 결과적으로, 그 사용은 증착된 재료를 패터닝하기 위한 유해한 화학 물질(예를 들어, 산성 기반의 에칭제, 부식성 포토리소그래피 현상 화학 물질 등)에 노출시킬 필요를 없앤다. 또한, 새도 마스크 기반의 증착은 기판의 조작(handling) 및 처리(processing)를 덜 필요로 하므로, 기판 파손의 위험을 감소시키고 제조 수율을 증가시키게 된다. 또한, 유기 재료와 같은 많은 재료는 그 재료의 손상없이는 포토 리소그래피 화학 물질로 처리될 수 없기 때문에, 새도 마스크에 의한 그러한 재료의 증착이 필수적이다.

[0006] 불행하게도, 종래의 새도 마스크 증착에 의해 획득될 수 있는 피쳐 해상도(feature resolution)는, 증착된 재료가 새도 마스크를 통과한 후에, 측방으로 확산되는 경향("페더링(feathering)"이라고 함)이 있기 때문에 감소된다. 페더링은 기판과 새도 마스크 사이의 이격 거리에 따라 증가하게 된다. 결과적으로, 이러한 이격은 일반적으로 기판 및 새도 마스크를 유지하는 척의 무결성을 손상시키지 않으면서 가능한 한 작게 유지된다. 게다가, 증착 영역에 걸친 이러한 이격에서의 임의의 불균일성은 페더링의 양에 변화를 유발할 것이다. 이러한 불균일성은, 예를 들어, 기판과 새도 마스크 사이의 평행도의 결여, 기판과 새도 마스크 중 하나 또는 모두의 휘어짐 또는 처짐 등으로부터 발생할 수 있다.

[0007] 불행하게도, 상당한 양의 페더링을 유발하지 않을 정도로 새도 마스크와 기판을 충분히 가깝게 유지하는 것이 어려울 수 있다. 또한, 새도 마스크는 증발된 원자의 관통 홀 패턴으로의 통과를 차단하지 않도록 그 주변부에서만 지지되어야 한다. 결과적으로, 새도 마스크의 중심은 중력으로 인해 처짐 현상이 있을 수 있고, 이는 페더링 문제를 더욱 악화시킬 수 있다.

[0008] 따라서, 실제로, 종래 기술의 새도 마스크 기반의 증착 기술에 의해 형성된 중요한 피쳐는 페더링을 수용하기 위한 비교적 넓은 영역의 개방 공간에 의해 분리되며, 이는 획득될 수 있는 장치 밀도를 제한한다. 예를 들어, 액티브 매트릭스 유기 발광 다이오드(AMOLED) 디스플레이의 각 픽셀은 일반적으로 유기 발광 재료의 여러 영역을 포함하며, 각각의 영역은 상이한 컬러의 광을 방출한다. 페더링 문제로 인해, 종래의 AMOLED 디스플레이의 일반적으로 근시 증강 현실(near-to-eye augmented reality) 애플리케이션 및 가상 현실 애플리케이션과 같은 여러 애플리케이션용으로는 불충분한 약 600 ppi(인치당 픽셀 수) 이하로 제한되어 왔다. 게다가, 픽셀 내 및 픽셀 간의 큰 갭에 대한 필요성은 픽셀 충전율(pixel fill factor)의 감소를 유발하여 디스플레이 밝기(display brightness)를 감소시킨다. 결과적으로, 유기층을 통한 전류 밀도는 원하는 밝기를 제공하기 위해 증가되어야 하며, 이는 디스플레이 수명에 부정적인 영향을 끼칠 수 있다.

[0009] 고해상도 직접 패터닝을 가능하게 하는 공정의 필요성은 종래 기술에서 충족되지 못한 채 유지되고 있다.

## 발명의 내용

## 해결하려는 과제

### 과제의 해결 수단

[0010]

본 발명은 종래 기술의 비용 및 단점의 일부를 갖지 않으면서 기판 상에 패터닝된 재료 층의 고해상도 직접 증착을 가능하게 한다. 본 발명은 단지 수 미크론으로 이격된 새도 마스크와 기판의 고정밀 정렬을 가능하게 한다. 본 발명은 또한 새도 마스크의 주변부에서만 지지되는 새도 마스크의 중력에 의해 유발된 처짐(gravity-induced sag)의 완화를 제공한다. 본 발명의 실시예는, 특히 고밀도 픽셀 디스플레이(DPD), 고선명 디스플레이 등과 같이, 기판 상에 고밀도 패턴의 재료를 필요로 하는 애플리케이션에 적합하다.

[0011]

본 발명의 예시적인 실시예는 기판을 유지하기 위한 제 1 탑재면을 갖는 제 1 척과, 관통 홀의 패턴을 포함하는 새도 마스크를 유지하기 위한 제 2 탑재면을 갖는 제 2 척을 포함하는 직접 패터닝 증착 시스템이다. 제 2 척은 새도 마스크의 관통 홀의 패턴을 노출시키는 중앙 개구를 둘러싸는 프레임을 포함한다. 결과적으로, 증착 동안, 재료의 증발된 원자는 제 2 척 및 관통 홀을 통과하여, 기판의 정면 표면의 증착 영역 상에 원하는 패턴으로 증착될 수 있다.

[0012]

제 1 척은 기판의 후면에 선택적으로 인가되는 제 1 정전기력을 생성한다. 제 1 척은 또한 기판의 전면 위로 돌출하지 않도록 크기화 및 배열된다. 유사한 방식으로, 제 2 척은 새도 마스크의 후면에 선택적으로 인가되는 제 2 정전기력을 생성한다. 제 2 척은 또한 새도 마스크의 전면 위로 돌출하지 않도록 크기화 및 배열된다. 새도 마스크와 기판이 증착을 위해 정렬되면, 제 1 척 및 제 2 척의 어떠한 부분도 기판과 새도 마스크 사이의 3 차원 공간 내로 침범하지 않는다. 결과적으로, 기판 및 새도 마스크는 증착 동안 매우 가깝게 위치될 수 있어서, 페터링을 완화시킬 수 있다.

[0013]

일부 실시예에서, 제 1 인력 및 제 2 인력 중 적어도 하나는 정전기 이외의 힘, 예컨대, 진공에서 발생된 힘, 자기력 등이다.

[0014]

일부 실시예에서, 제 2 탑재면은 새도 마스크의 중심 영역의 중력에 의해 유발된 처짐을 완화시키는 새도 마스크의 전면에 인장 응력을 생성하도록 크기화 및 배열된다. 이러한 일부 실시예에서, 제 2 척의 프레임은 그 탑재면이 프레임의 내측 둘레(inner perimeter)의 상부 에지로부터 경사지도록 형상화된다. 결과적으로, 새도 마스크가 제 2 척에 탑재될 때, 새도 마스크는 약간 휘어져, 새도 마스크의 전면에 인장 응력을 유발한다. 이들 실시예 중 일부에서, 탑재면은 프레임의 내측 둘레의 상부 에지로부터 하방으로 만곡된다.

[0015]

본 발명의 일 실시예는 새도 마스크의 관통 홀의 배열을 통해 기판의 제 1 영역 상에 재료의 패턴을 증착하는 시스템으로서, 상기 기판은 제 1 주 표면 및 상기 제 1 영역을 포함하는 제 2 주 표면을 포함하며, 상기 새도 마스크는 제 3 주 표면 및 상기 관통 홀을 포함하는 제 4 주 표면을 포함하며, 상기 시스템은: 상기 기판을 유지하기 위한 제 1 척 - 상기 제 1 척은 상기 제 1 주 표면 상에 제 1 인력을 선택적으로 부여하도록 크기화 및 배열됨 - 과; 상기 새도 마스크를 유지하기 위한 제 2 척 - 상기 제 2 척은 상기 재료가 상기 제 2 척을 통해 상기 관통 홀을 통과할 수 있게 하는 제 1 개구를 둘러싸는 프레임을 포함하며, 상기 제 2 척은 상기 제 3 주 표면 상에 제 2 인력을 선택적으로 부여하도록 크기화 및 배열됨 - 과; 상기 제 1 척과 상기 제 2 척의 상대적 위치를 제어하여, 상기 새도 마스크와 상기 기판을 정렬시키는 정렬 시스템을 포함한다.

[0016]

본 발명의 다른 실시예는 새도 마스크의 관통 홀의 배열을 통해 기판의 제 1 영역 상에 재료의 패턴을 증착하는 시스템으로서, 상기 기판은 제 1 주 표면 및 제 1 측방 범위를 갖는 제 2 주 표면을 포함하고, 상기 제 2 주 표면은 상기 제 1 영역을 포함하며, 상기 새도 마스크는 제 3 주 표면 및 상기 관통 홀을 포함하는 제 4 주 표면을 포함하며, 상기 시스템은: 상기 기판을 유지하기 위한 제 1 척과; 상기 새도 마스크를 유지하기 위한 제 2 척 - 상기 제 2 척은 상기 재료가 상기 제 2 척을 통해 상기 관통 홀을 통과할 수 있게 하는 제 1 개구를 둘러싸는 프레임을 포함하고; 상기 새도 마스크와 상기 기판이 정렬될 때, 상기 새도 마스크 및 상기 기판은 제 2 영역을 집합적으로 정의하며, 상기 제 2 영역은 (1) 상기 제 1 측방 범위와 동일하거나 더 큰 제 2 측방 범위를 가지며, (2) 상기 기판과 상기 새도 마스크 간의 이격과 동일한 두께를 가지며, (3) 상기 제 1 척과 상기 제 2 척을 배제하며; 상기 제 1 척 및 제 2 척은 상기 두께가 0 미크론보다 크고 25 미크론 이하가 되도록 크기화 및 배열된다.

[0017]

본 발명의 또 다른 실시예는 새도 마스크의 관통 홀의 배열을 통해 기판의 제 1 영역 상에 재료의 패턴을 증착하는 방법으로서, 상기 기판은 제 1 주 표면 및 제 1 측방 범위를 갖는 제 2 주 표면을 포함하고, 상기 제 2 주

표면은 상기 제 1 영역을 포함하며, 상기 새도 마스크는 제 3 주 표면 및 상기 관통 홀을 포함하는 제 4 주 표면을 포함하며, 상기 방법은: 제 1 인력을 상기 제 1 주 표면 상에 선택적으로 부여하는 제 1 척 내에 상기 기판을 유지시키는 것과; 제 2 인력을 상기 제 3 주 표면 상에 선택적으로 부여하는 제 2 척 내에 상기 새도 마스크를 유지시키는 것 - 상기 제 2 척은 상기 재료를 포함하는 입자가 상기 제 2 척을 통해 상기 관통 홀로 통과할 수 있게 함 - 과; 상기 제 2 주 표면과 상기 제 4 주 표면이 0 미크론보다 크고 25 미크론 이하의 거리만큼 이격되도록 상기 기판과 상기 새도 마스크를 정렬시키는 것과; 상기 재료를 포함하는 입자의 흐름을 상기 제 2 척 및 상기 새도 마스크를 통과시키는 것을 포함한다.

### 도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 고정밀도, 직접 패터닝 증착 시스템의 현저한 특징의 개략도이다.

도 2는 예시적인 실시예에 따라 기판 상에 패터닝된 재료 층을 형성하는 동작의 방법을 도시한다.

도 3a는 예시적인 실시예에 따른 마스크 척의 단면을 개략적으로 도시한 도면이다.

도 3b는 기판(114)을 유지하는 동안 기판 척(102)의 단면을 개략적으로 도시한 도면이다.

도 4a 및 도 4b는 예시적인 실시예에 따른 마스크 척의 평면 및 단면을 각각 개략적으로 도시한 도면이다.

도 5는 마스크 척(104)에 탑재된 새도 마스크(122)의 단면을 도시한 도면이다.

도 6은 재료(118)의 증착을 위해 정렬된 기판(114) 및 새도 마스크(122)와 함께 시스템(100)의 일부의 단면을 개략적으로 도시한 도면이다.

도 7a는 본 발명의 제 1 대안의 실시예에 따른 마스크 척의 일부의 단면을 개략적으로 도시한 도면이다.

도 7b는 본 발명의 제 2 대안의 실시예에 따른 마스크 척의 일부의 단면을 개략적으로 도시한 도면이다.

도 8a 및 도 8b는 본 발명의 제 3 대안의 실시예에 따른 마스크 척의 평면 및 단면을 각각 개략적으로 도시한 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 도 1은 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 고정밀도, 직접 패터닝 증착 시스템의 현저한 특징의 개략도이다. 시스템(100)은 기판 척(102), 마스크 척(104), 소스(106), 정렬 시스템(108), 진공 챔버(110) 및 제어기(112)를 포함한다. 시스템(100)은 포토리소그래피 및 에칭과 같은 후속적인 감법 패터닝(subtractive patterning) 동작을 필요로 하지 않고 기판 표면 상에 원하는 패턴의 재료를 증발시키도록 동작한다.

[0020] 본원에서 시스템(100)은 AMOLED 디스플레이의 제조의 일부로서 유리 기판 상에 발광 유기 재료의 패턴을 증착하는 것과 관련하여 기술된다. 그러나, 본 명세서를 읽은 후에, 본 발명이 반도체 기판(예를 들어, 실리콘, 실리콘 카바이드, 게르마늄 등), 세라믹 기판, 금속 기판, 플라스틱 기판 등과 같은 광범위한 기판 중 임의의 기판 상에 실질적으로 임의의 박막 및 후막의 (유기 또는 무기) 재료의 직접 패터닝된 층을 형성하는 것에 관한 것일 수 있다는 것이 당업자에게는 명백할 것이다. 또한, 예시적인 실시예가 열 증발 시스템(thermal evaporation system)이지만, 당업자는 본 명세서를 읽은 후에, 본 발명이 e-빔 증착, 스퍼터링 등과 같은 사실상 임의의 재료 증착 공정에 관한 것일 수 있음을 인식할 것이다. 게다가, 도시된 예가 단일 기판의 평면화 공정에 사용하기에 적합한 증착 시스템이지만, 본 발명은 또한 클러스터 툴 공정(cluster-tool processing), 트랙 공정(track processing), 롤 투 롤 공정(roll-to-roll processing), 릴 투 릴 공정(reel-to-reel processing) 등과 같은 다른 제조 방법에 사용하기에 적합하다. 결과적으로, 본 발명은 패키징 애플리케이션, 집적 회로 제조, MEMS 제조, 나노 기술 장치 제조, 볼 그리드 어레이(ball-grid array: BGA) 제조 등(이에 제한되지 않음)을 포함하는 무수한 애플리케이션에 사용하기에 적합하다.

[0021] 기판 척(102)은 기판(114)을 그 후면에만 인가되는 인력을 통해 유지하기 위한 플래튼(platen)이다. 도시된 예에서, 기판 척(102)은 기판을 유지하기 위해 정전기력을 생성하지만; 일부 실시예에서, 기판 척(102)은 진공에서 발생된 힘, 자기력 등과 같은 상이한 인력을 통해 기판을 유지한다. 점부된 청구범위를 포함하는 본 명세서의 목적을 위해, 용어 "자기력"은 영구 자석 및/또는 전자석의 사용으로 인해 발생하는 임의의 힘을 포함한다. 기판 척(102)은 아래에서 도 3a 및 도 3b와 관련하여 보다 상세하게 기술된다.

[0022] 도시된 예에서, 기판(114)은 액티브 매트릭스 유기 발광 다이오드(Active-Matrix Organic Light Emitting

Diode: AMOLED) 디스플레이에서 사용하기에 적합한 유리 기판이다. 기판(114)은 디스플레이 요소가 정의되는 두 개의 주 표면, 즉 후면(116) 및 전면(118)을 포함한다. 전면(118)은 평면(120)을 정의한다.

[0023] 마스크 척(104)은 색도 마스크(122)를 그 후면 상에만 부여되는 인력을 통해 유지하기 위한 퍽스처(fixture)이다. 도시된 예에서, 마스크 척(104)은 정전기력을 사용하여 색도 마스크(122)를 유지한다. 일부 실시예에서, 마스크 척(104)은 진공에서 발생된 힘, 자기력 등과 같은 상이한 인력을 통해 색도 마스크를 유지한다. 기판 척(104)은 아래에서 도 4a 및 도 4b와 관련하여 보다 상세하게 기술된다.

[0024] 도시된 예에서, 색도 마스크(122)는 핸들 기판(handle substrate)(124) 및 멤브레인(126)을 포함하는 고정밀 색도 마스크이며, 이 멤브레인은 핸들 기판 내에 형성된 중앙 개구 위에 걸려 있다(suspend). 멤브레인(126)은 관통 홀 패턴(128)을 포함한다. 색도 마스크(122)는 두 개의 주 표면, 즉 전면(130) 및 후면(132)을 포함한다. 전면(130)은 멤브레인(126)의 상부 표면(즉, 핸들 기판(124)에 대해 면 쪽의 멤브레인 표면)이며, 이는 평면(134)을 정의한다. 후면(132)은 핸들 기판(124)의 표면(즉, 멤브레인(126)에 대해 면 쪽의 기판 표면)이다. 주목해야 하는 것은, 색도 마스크(122)가 고정밀도의 멤브레인 기반의 색도 마스크이지만, 본 발명에 따른 마스크 척은 사실상 모든 유형의 색도 마스크를 유지하는 데 사용될 수 있다는 것이다.

[0025] 소스(106)는 재료(118)를 증발시키기 위한 도가니이며, 상기 재료는 원하는 과정에서 광을 방출하는 유기 재료이다. 도시된 예에서, 소스(106)는 기판(114)에 대해 중심이 맞춰진 단일 챔버 도가니이지만; 일부 실시예에서, 소스(106)는 1 차원 배열 및/또는 2 차원 배열로 배열된 복수의 챔버를 포함한다. 재료(118)가 챔버(110)의 저압 대기 내에서 용융되거나 승화될 경우, 재료(118)의 증발된 원자(118)는 소스로부터 방출되어 기판(114)을 향해 실질적으로 탄도 방식으로 전파된다.

[0026] 정렬 시스템(108)은 기판(114)과 색도 마스크(122) 간의 상대적 위치를 제어하는 고정밀 정렬 시스템이다. 도시된 예에서, 정렬 시스템(108)은 6 차원의 기판 척(102)과 마스크 척(104)의 각각의 위치를 독립적으로 제어할 수 있다. 또한, 정렬 시스템은 소스(106)의 위치를 제어할 수 있고, 그에 따라, 소스는 상기 기판/색도 마스크 조합체에 대해 이동될 수 있어서, 원하는 경우, 상기 기판에 걸친 증착 균일성을 개선할 수가 있다.

[0027] 진공 챔버(110)는 재료(118)의 증발에 필요한 저압 환경을 포함하는 종래의 압력 용기이다. 도시된 예에서, 진공 챔버(110)는 독립형 장치이지만; 본 발명의 범위를 벗어나지 않으면서 클러스터 증착 시스템 또는 트랙 증착 시스템의 일부로서 실현될 수도 있다. 일부 실시예에서, 진공 챔버(110)는, 예를 들어, 상이한 컬러(예를 들어, 적색, 녹색, 및 청색)로 광을 방출하는 다중 발광 서브 퍽셀과 같이 기판(114) 상에 상이한 재료의 상이한 패턴의 형성을 가능하게 하는 수 개의 증발 소스/색도 마스크 조합체를 포함한다.

[0028] 제어기(112)는 다른 것 중에서도, 제어 신호(136 및 138)를 제각기의 기판 척(102) 및 마스크 척(104)에 제공하는 종래의 기기 제어기(instrument controller)이다.

[0029] 도 2는 예시적인 실시예에 따라 기판 상에 패터닝된 재료 층을 형성하는 동작의 방법을 도시한다. 방법(200)은 동작(201)과 함께 개시되며, 여기서, 기판(114)은 기판 척(102) 내에 탑재된다.

[0030] 도 3a는 예시적인 실시예에 따른 마스크 척의 단면을 개략적으로 도시한 도면이다. 마스크 척(102)은 플래튼(302) 및 전극(304-1 및 304-2)을 포함한다.

[0031] 플래튼(302)은 기판(306) 및 유전체층(308)을 포함하는 구조적으로 견고한 플랫폼이다. 기판(306) 및 유전체층(308)의 각각은 유리, 세라믹, 양극 산화된 알루미늄, 복합 재료, 베이클라이트(Bakelite) 등과 같은 전기 절연 재료를 포함하여, 전극(304-1 및 304-2)을 서로로부터 그리고 기판 척에 탑재되는 경우의 기판(114)으로부터 전기적으로 절연시킨다.

[0032] 전극(304-1 및 304-2)은 기판(306)의 표면 상에 형성된 전기 도전성 요소이며, 유전체층(308)에 의해 오버코팅되어 플래튼(302) 내에 임베딩된다. 전극(304-1 및 304-2)은 제어기(112)와 전기적으로 결합된다. 주목해야 하는 것은, 전극(304-1 및 304-2)이 간단한 플레이트로 도시되지만; 실제로 마스크 척(102)은 각지 끼움형 콤핑거(interdigitated comb fingers), 동심원 링(concentric ring), 불규칙한 형상(irregular shapes) 등과 같은 임의의 방식으로 형상화된 전극을 가질 수 있다는 것이다.

[0033] 유전체층(308)은 탑재면(310)을 유발하도록 전극(304-1 및 304-2) 위에 배치된 구조적으로 견고한 유리 층이다.

[0034] 도 3b는 기판(114)을 유지하는 동안 기판 척(102)의 단면을 개략적으로 도시한 도면이다.

[0035] 기판(112)을 기판 척(102) 내에 유지하기 위해, 제어 신호(136)는 전극(304-1 및 304-2) 간에 전압 전위를 발생

시킨다. 후면(116)이 탑재면(310)(즉, 유전체층(308)의 상부 표면)과 접촉할 경우, 도시된 바와 같이, 기판(114) 내에서 교감 전하 영역(sympathetic charge regions)이 발생한다. 그 결과, 정전기력이 후면(116)에 선택적으로 부여되어, 후면을 탑재면(310)으로 끌어당기게 된다.

[0036] 예시적인 실시예가 정전기력을 통해 기판(114)을 유지하는 기판 척을 포함하지만, 본 명세서를 읽은 후에, 정전기력 이외의 인력, 가령, 진공에서 발생되는 힘, 자기력 등을 통해 기판을 기판 척 내에 유지하는 대안의 실시예를 특정하고, 제조하고, 사용하는 방법은 당업자에게는 명백할 것이다.

[0037] 동작(202)에서, 색도 마스크(122)는 마스크 척(104) 내에 탑재된다.

[0038] 도 4a 및 도 4b는 예시적인 실시예에 따른 마스크 척의 평면 및 단면을 각각 개략적으로 도시한 도면이다. 도 4b에 도시된 단면은 도 4a에 도시된 라인 a-a를 통해 취해진다. 마스크 척(104)은 프레임(402), 전극(404-1 및 404-2) 및 패드(406)를 포함한다.

[0039] 프레임(402)은 구조적으로 견고한 전기 절연 재료의 원형 링이다. 프레임(402)은 개구(408)를 둘러싸며, 이 개구는 관통 홀 패턴(128)의 전체를 노출시키기에 충분하게 크다. 일부 실시예에서, 프레임(402)은 원형 이외의 형상, 가령, 정사각형, 직사각형, 불규칙 형상 등을 갖는다. 일부 실시예에서, 프레임(402)은 전기 절연체로 코팅된 전기 도전성 재료를 포함한다.

[0040] 전극(404-1 및 404-2)은 프레임(402)의 표면 상에 형성된 전기 도전성 요소이다. 전극(404-1 및 404-2)은 제어기(112)와 전기적으로 결합된다.

[0041] 패드(406)는 전극(404-1 및 404-2) 상에 배치된 구조적으로 견고한 전기 절연 재료의 플레이트이다. 각 패드(406)는 탑재면(410)을 포함하며, 색도 마스크(122)가 마스크 척 내에 탑재될 때, 색도 마스크는 이 탑재면에 대해 유지된다.

[0042] 도 5는 마스크 척(104)에 탑재된 색도 마스크(122)의 단면을 도시한 도면이다.

[0043] 색도 마스크(122)는 탑재면(410)과 후면(132) 사이에 부여된 정전기력에 의해 마스크 척(104) 내에 유지된다. 정전기력은 제어 신호(138)에 의해 생성되는 전극(404-1 및 404-2) 간의 전압 전위에 응답하여 발생된다. 후면(132)이 탑재면(410)과 접촉할 경우, 도시된 바와 같이, 핸들 기판(124) 내에서 교감 전하 영역이 발생한다. 그 결과, 정전기력이 후면(132)과 탑재면(410) 사이에 선택적으로 부여된다.

[0044] 동작(203)에서, 정렬 시스템(108)은 기판 척(102)의 위치를 제어함으로써 기판(114)과 색도 마스크(122)를 정렬한다. 일부 실시예에서, 정렬 시스템은 마스크 척(104)의 위치를 제어함으로써 기판과 색도 마스크를 정렬한다. 일부 실시예에서, 두 개의 척의 위치는 기판과 색도 마스크를 정렬하도록 제어된다.

[0045] 본 발명의 일 양태는, 일부 실시예에서, 기판 척(102)이나 마스크 척(104) 어느 것도 제각기의 탑재면을 지나 돌출하는 임의의 구조 요소를 포함하지 않는다는 것이다. 결과적으로, 기판 및 색도 마스크는 증착 동안 페더링을 완화시키기 위해 기판과 쉐도우 마스크 간의 이격이 거의 또는 전혀 없이 정렬될 수 있다. 당업자는 종래의 직접 증착 시스템에서, 기판과 색도 마스크 간의 이격이 적어도 수십 또는 심지어는 수백 미크론이어야 한다는 것을 인식할 것이다.

[0046] 도 6은 재료(118)의 증착을 위해 정렬된 기판(114) 및 색도 마스크(122)와 함께 시스템(100)의 일부의 단면을 개략적으로 도시한 도면이다.

[0047] 기판과 색도 마스크가 정렬될 때, 이들은 이들 간의 영역(602)을 접합적으로 정의한다. 영역(602)은 전면(118)의 것과 동일한 측방 범위(L1)를 갖는다. 영역(602)은 또한, 평면(120)과 평면(134) 간의 이격 거리(s1)(즉, 기판과 색도 마스크 사이의 이격 거리)와 동일한 두께를 갖는다.

[0048] 기판 척(102)의 어떠한 부분도 평면(120)을 지나 영역(602) 내로 연장되지 않으므로, 기판과 색도 마스크 간에는 어떠한 장애물도 존재하지 않는다. 결과적으로, 기판(114)과 색도 마스크(122) 간의 이격 거리(s1)는 매우 작을 수 있다( $\leq 25$  미크론). 실제로, 필요하다면, 기판과 색도 마스크는 서로 접촉될 수 있다. 25 미크론 이하의 기판/색도 마스크 이격으로 직접 패터닝을 수행하는 능력은 본 발명의 실시예에 종래 기술의 직접 패터닝 증착 시스템보다 특히 나은 이점을 제공하는데, 이는 패더링을 상당히 감소시키거나 제거할 수 있게 하기 때문이다. 일부 실시예에서, 기판/색도 마스크 간격은 20 미크론 이하로 제어 가능하게 유지된다. 또 다른 실시예에서, 기판/색도 마스크 간격은 10 미크론 이하로 제어 가능하게 유지된다.

[0049] 동작(204)에서, 소스(106)를 가열하여 재료(118)를 증발시킴으로써, 기판(114)의 전면(118) 상에 패터닝된 재료

의 충을 구현한다.

[0050] 일부 실시예에서, 본 발명에 따른 마스크 척은, 새도 마스크가 탑재될 때, 새도 마스크의 중력에 의해 유발된 처짐을 완화 또는 제거하는 하나 이상의 피처를 포함한다. 본원에 참고로 포함되는, 2017년 5월 17일자로 출원된 미국 특허 출원 제15/597,635호(대리인 관리번호: 6494-208US1)에 상세히 논의된 바와 같이, 새도 마스크는 그 자체의 질량 및 중력 효과로 인해 그 중심에서 수 미크론 만큼 처짐이 발생할 수 있다. 이 중력에 의해 유발된 처짐(sag)은 페더링을 악화시키는 몇 가지 중요한 문제를 야기한다. 첫째, 이 처짐은 중착 영역의 중심에서 새도 마스크와 기판 간의 이격 거리를 증가시키며, 이 중착 영역의 중심은 통상적으로 새도 마스크의 중심이 된다. 전술한 바와 같이, 페더링은 기판/새도 마스크 이격 거리에 따라 증가한다. 둘째, 이 처짐은 기판과 새도 마스크 간의 불균일한 이격을 유발하며, 이 불균일한 이격은 기판 표면에 걸쳐 발생하는 페더링 정도의 변화를 초래한다. 이러한 불균일성은 창조적인 마스크 레이아웃을 통해 페더링을 보상하는 것을 불가능하지는 않더라도 어렵게 만든다.

[0051] 본 발명의 또 다른 양태는 마스크 척이 중력에 의해 유발되는 새도우 마스크의 처짐을 완화시키는 피처를 포함할 수 있다는 것이다.

[0052] 도 7a는 본 발명의 제 1 대안의 실시예에 따른 마스크 척의 일부의 단면을 개략적으로 도시한 도면이다. 도 7a에 도시된 단면은 도 4a에 도시된 라인 a-a를 통해 취해진다. 마스크 척(700)은 프레임(402), 전극(404-1 및 404-2) 및 패드(702)를 포함한다.

[0053] 패드(702)는 전술한 패드(406)와 유사하지만; 각 패드(702)는, 새도 마스크가 마스크 척에 탑재될 때, 새도 마스크에 인장 변형을 유도하거나 새도 마스크 내의 인장 변형을 증가시키도록 설계된 탑재면을 갖는다. 패드(702)는 내측 에지(706)(즉, 개구(408)에 가까운 에지)로부터 외측 에지(708)로 하방으로 선형적으로 테이퍼링 되는 탑재면(704)을 갖는다. 즉, 탑재면(704)은, 도시된 바와 같이, 지점(714)으로부터 지점(716)으로(즉, 탑재면이 평면(710)의 내측 에지(706)와 만나는 곳으로부터 평면(712)의 외측 에지(708)와 만나는 곳으로) 부의 z 방향으로 테이퍼링된다. 따라서, 내측 에지(706)가 평면(710)에 수직인 실시예에서, 내측 에지(706) 및 탑재면(704)은 예각이 되는 내각(interior angle)( $\theta$ )을 형성한다.

[0054] 새도 마스크(122)가 마스크 척(700) 내에 유지될 때, 후면(132)은 탑재면(704)으로 당겨지게 되어, 새도 마스크의 전면(130)에서 측방 장력을 증가시키는 새도 마스크의 곡률을 유도한다. 결과적으로, 멤브레인은 더 단단히 당겨지고, 중력에 의해 유발된 처짐은 감소되거나 제거된다.

[0055] 도 7b는 본 발명의 제 2 대안의 실시예에 따른 마스크 척의 일부의 단면을 개략적으로 도시한 도면이다. 도 7b에 도시된 단면은 도 4a에 도시된 라인 a-a를 통해 취해진다. 마스크 척(718)은 프레임(402), 전극(404-1 및 404-2) 및 패드(720)를 포함한다.

[0056] 패드(720)는 전술한 패드(406)와 유사하지만; 패드(702)와 마찬가지로, 각각의 패드(720)는, 새도 마스크가 마스크 척에 탑재될 때, 새도 마스크에 인장 변형을 유도하거나 새도 마스크 내의 인장 변형을 증가시키도록 설계된 탑재면을 갖는다. 패드(720)는 내측 에지(706)로부터 외측 에지(708)로 하방으로(즉, 도시된 바와 같이, 부의 z 방향으로) 만곡되는 탑재면(722)을 갖는다. 즉, 탑재면(722)은, 도시된 바와 같이, 지점(714)으로부터 지점(716)으로 부의 z 방향으로 테이퍼링된다.

[0057] 새도 마스크(122)가 마스크 척(718) 내에 유지될 때, 후면(132)은 탑재면(722)으로 당겨지게 되어, 새도 마스크의 전면(130)에서 측방 장력을 증가시키는 새도 마스크의 곡률을 유도한다. 결과적으로, 멤브레인은 더 단단히 당겨지고, 중력에 의해 유발된 처짐은 감소되거나 제거된다. 일부 실시예에서, 정면(130)에 유도된 추가 장력의 양은 전극(404-1 및 404-2)에 인가되는 전압 전위의 크기를 제어함으로써 제어될 수 있다.

[0058] 본 명세서를 읽은 후에, 본 기술 분야의 당업자라면, 탑재면(704 및 722)이 경사지는 방향은 도 1에 도시된 방위와 비교하여 마스크가 거꾸로 탑재된 중착 시스템에 대해 역전될 것이라는 것이 명백할 것이다. 또한, 이러한 구성에서, 일반적으로 기판 척(102)은 기판(114)이 개구(408) 내에 상주하여 기판/새도 마스크 이격 거리가 25 미크론 이하가 되게 그리고 바람직하게는 10 미크론 이하가 되도록 설계될 필요가 있을 것이다.

[0059] 도 8a 및 도 8b는 본 발명의 제 3 대안의 실시예에 따른 마스크 척의 평면 및 단면을 각각 개략적으로 도시한 도면이다. 마스크 척(800)은 마스크 척(104) 및 지지 그리드(802)를 포함한다.

[0060] 지지 그리드(802)는 플레이트(804) 및 지지 리브(806)를 포함한다.

[0061] 플레이트(804)는 강성 플레이트(rigid plate)이며, 이 플레이트로부터 지지 리브(806)가 연장된다. 일부 실시

예에서, 플레이트(804) 및 지지 리브(806)는 구조 재료의 고체 본체(solid body)로부터 가공된다. 플레이트(804) 및 지지 리브(806)에 사용하기에 적합한 재료는 금속, 플라스틱, 세라믹, 복합 재료, 유리 등을 포함하지만, 이에 제한되는 것은 아니다. 플레이트(804)는 지지 그리드(802)를 개구(408) 내에 로케이팅시키는 프레임(402)을 탑재하도록 설계되어, 색도 마스크(122)가 마스크 척(800)에 탑재될 때 멤브레인(126)을 기계적으로 지지하게 된다.

[0062] 지지 리브(806)는 관통 홀 배열(128)의 관통 홀 간에 존재하는 영역에서 색도 마스크(122)를 지지하도록 배열된다. 전형적으로, 색도 마스크의 관통 홀은 기판 상의 상이한 다이 영역에 대응하는 클러스터로 배열된다. 이러한 다이 영역은 일반적으로 다이싱 톱(dicing saw)에 의한 제거를 위해 의도된 "레인"에 의해 분리되기 때문에, 지지 리브(806)는 바람직하게 이들 레인의 배열과 매칭하도록 배열된다. 그러나, 지지 리브의 임의의 적절한 배열이 지지 그리드(802)에 사용될 수 있다는 것을 알아야 한다.

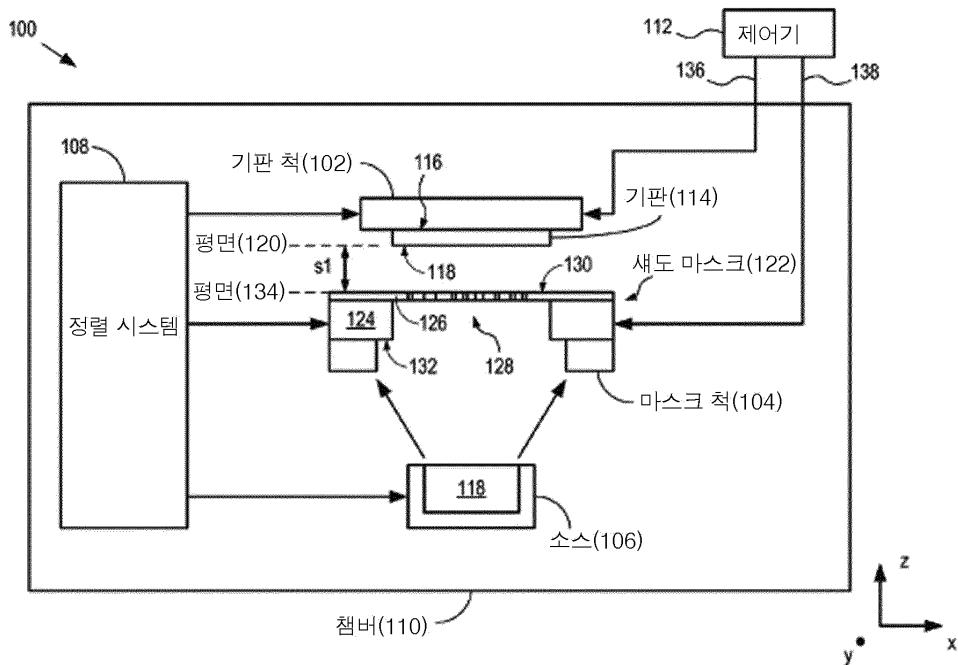
[0063] 지지 그리드(802)는 그 상부면(808)이 동일한 평면을 이루고 평면(810)을 정의하도록 형성된다. 평면(810)은 프레임(124)의 두께와 동일한 거리 만큼 탑재면(410) 위에 놓인다. 그 결과, 프레임(124)이 탑재면(410)과 접촉할 때, 지지 리브(806)는 멤브레인(126)과 접촉하게 된다.

[0064] 일부 실시예에서, 색도 마스크(122)는 마스크 척(800)에서 거꾸로 유지되어, 멤브레인(126)은 탑재면(410)과 접촉하게 된다. 이러한 실시예에서, 지지 그리드(802)는 개구(408)에 맞게 설계되어, 평면(810)은 탑재면(410)과 동일 평면에 있게 된다. 그 결과, 멤브레인(126)은 지지 그리드(802)에 의해 지지되어, 개구(408)에 걸쳐 모든 방향에서 완벽하게 수평이 된다.

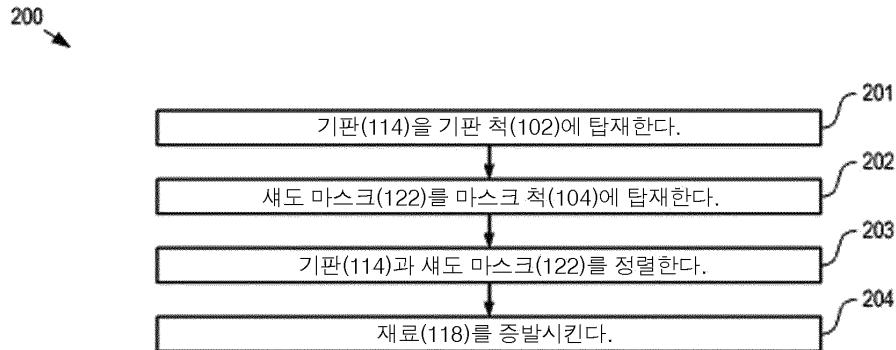
[0065] 본 개시는 본 발명에 따른 일부 실시예만을 교시하며, 본 개시 내용을 읽은 후에 당업자에 의해 본 발명의 많은 변형이 용이하게 고안될 수 있고 본 발명의 범위는 다음의 청구범위에 의해 결정되어야 한다는 것이 이해되어야 한다.

## 도면

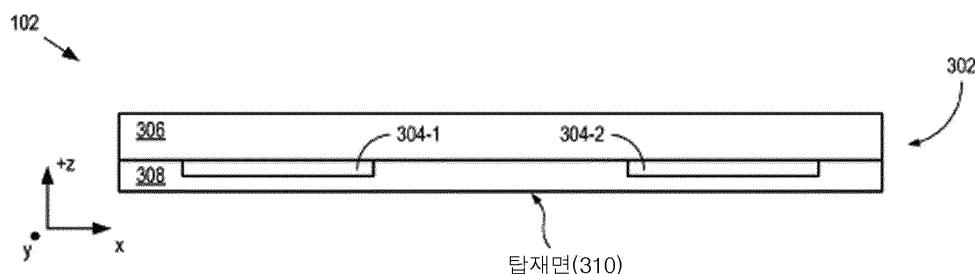
### 도면1



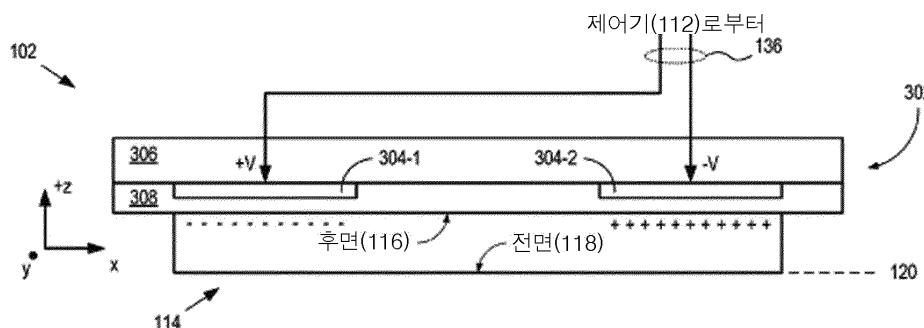
## 도면2



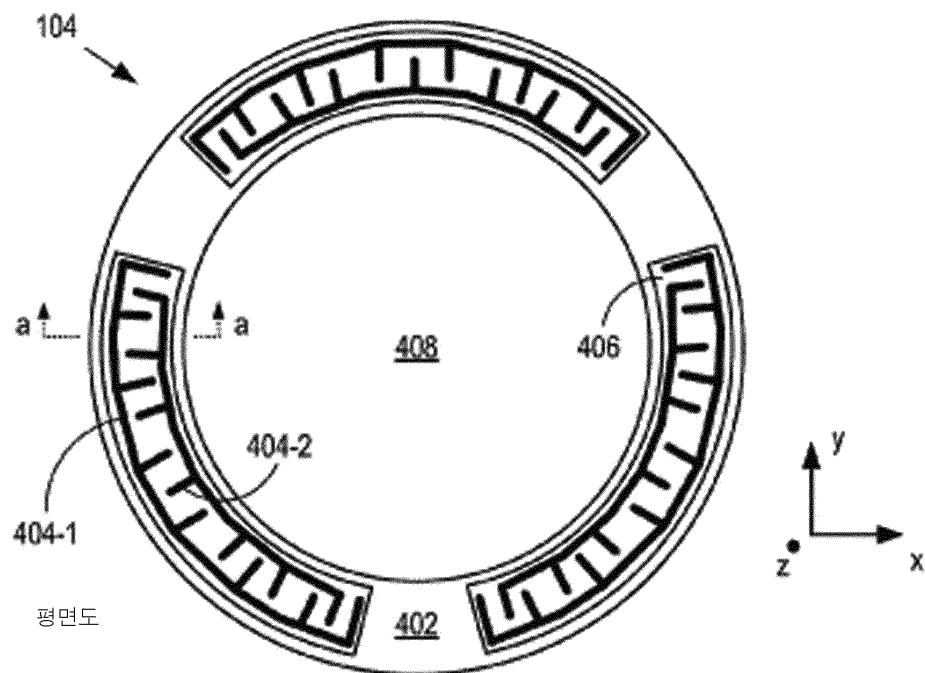
## 도면3a



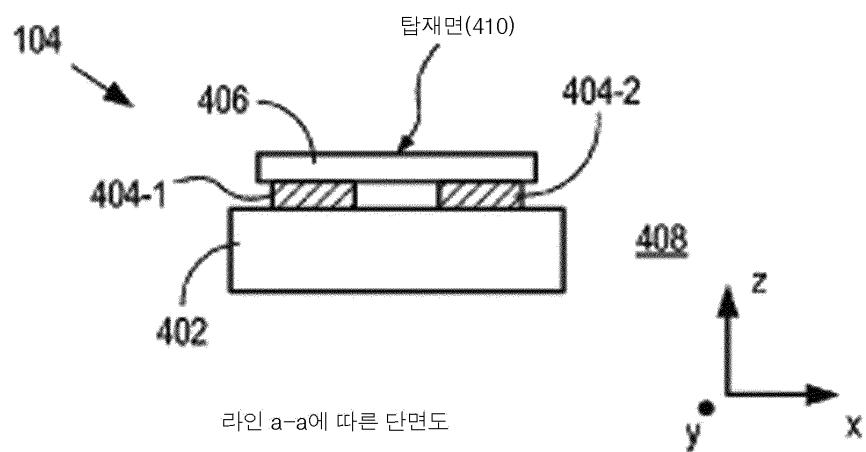
## 도면3b



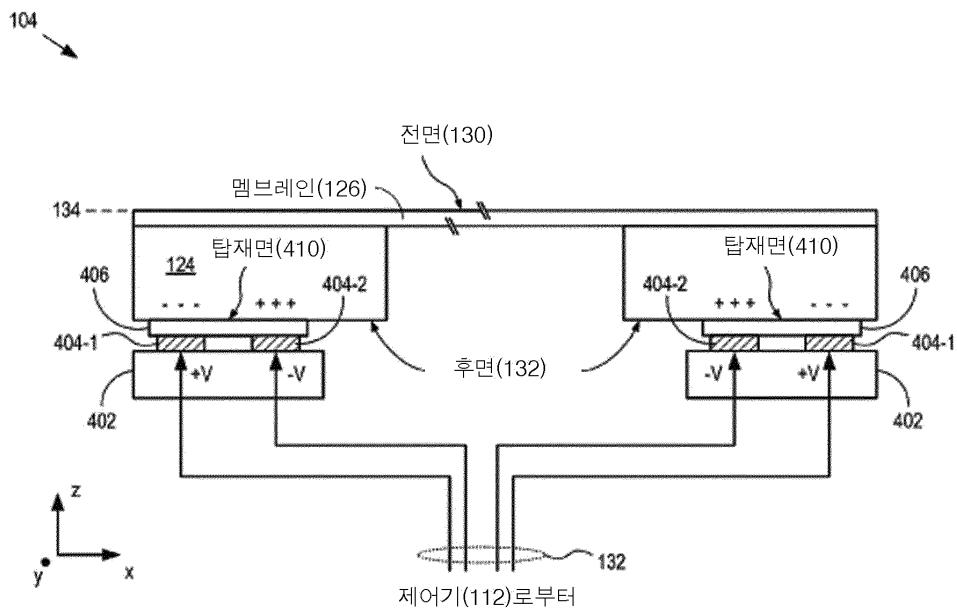
도면4a



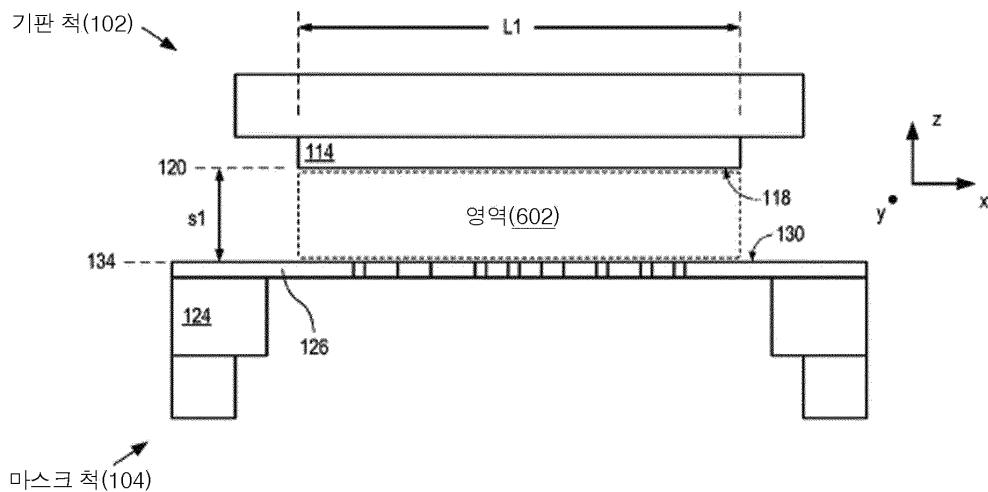
도면4b



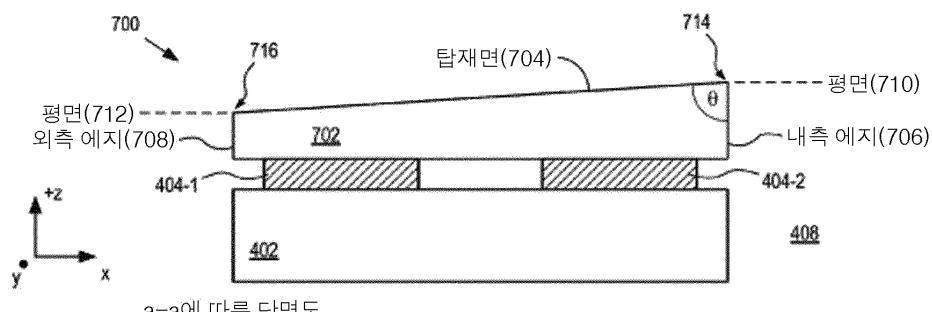
## 도면5



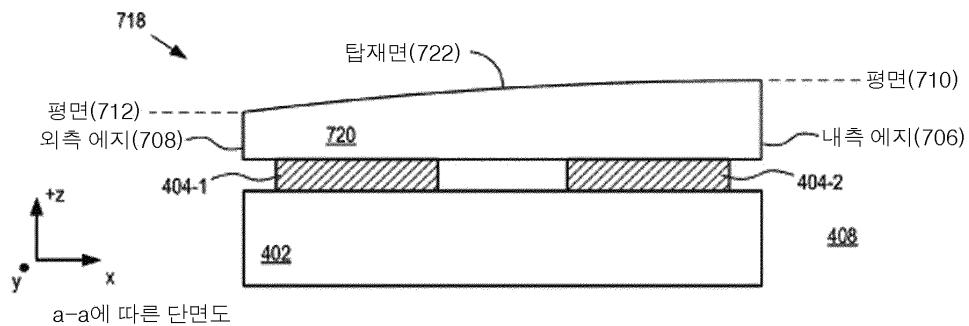
## 도면6



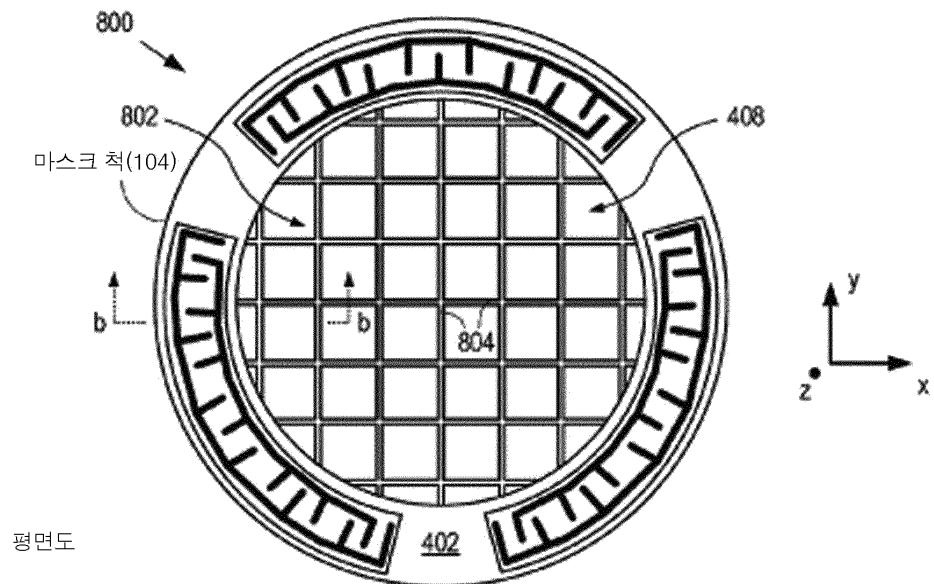
## 도면7a



도면7b



도면8a



도면8b

